COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AOUT 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant le deuxième trimestre de l'année* 1883. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(4) Vesta.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Avril 7....	8.52.25	9.55.30,65	+ 0,55	67.45. 1,7	+ 2,5
9....	8.44.30	9.55.27,92	+ 0,63	67.48.33,3	+ 2,5
10....	8.40.35	9.55.29,19	+ 0,53	67.50.36,7	+ 2,9
11....	8.36.43	9.55.32,58	+ 0,69	67.52.51,3	+ 3,4
12....	8.32.52	9.55.37,66	+ 0,71	67.55.14,9	+ 2,0
16....	8.17.46	9.56.15,83	+ 0,63	68. 6.41,7	+ 2,7
21....	7.59.34	9.57.42,78	+ 0,66	68.24.43,1	+ 2,1
		(43) Ariane.			
Avril 6....	10.22.38	11.22. 1,89	+ 4,12	92.31.47,2	+24,9
7....	10.17.56	11.21.15,68	+ 3,94	92.25.15,9	+25,4

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(43) Ariane (suite).			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Avril 9....	10. 8.36	11.19.48,10	+ 3,79	92.12.29,0	+24,9
10....	10. 4. 0	11.19. 7,05	+ 4,03	92. 6.14,0	+23,5
11....	9.59.25	11.18.28,34	»	92. 0. 9,2	»
12....	9.54.50	11.17.49,17	»	91.54. 7,6	»
		(192) Nausicaa.			
Avril 10....	10.35.59	11.51.12,04	»	93.22. 7,7	»
11....	10.31.16	11.50.24,20	»	93.18. 2,2	»
12....	10.26.33	11.49.37,55	»	93.14. 0,1	»
16....	10. 7.53	11.46.40,54	»	92.58.33,5	»
17....	10. 3.16	11.45.59,50	»	92.54.55,6	»
		(120) Lachésis.			
Avril 2....	11. 5.48	11.49.33,73	— 0,30	92.55.11,9	— 1,5
7....	10.42.34	11.45.58,08	— 0,37	»	»
10....	10.28.46	11.43.58,09	»	92.31.51,9	»
11....	10.24.13	11.43.20,14	»	92.29.12,7	»
12....	10.19.40	11.42.43,01	»	92.26.32,8	»
		(37) Fides.			
Avril 2....	11.23. 4	12. 6.52,48	»	90.30.32,2	»
7....	10.59.22	12. 2.48,93	»	90. 9.44,1	»
10....	10.45.18	12. 0.32,16	»	89.58. 3,7	»
11....	10.40.39	11.59.48,64	»	89.54.40,3	»
12....	10.36. 0	11.59. 5,96	»	89.51. 4,3	»
16....	10.17.37	11.56.26,17	»	»	»
17....	10.13. 4	11.55.49,09	»	89.34.49,1	»
		(185) Eunice.			
Avril 12....	11.48. 7	13.11.24,65	»	73. 9. 0,7	»
26....	10.43.15	13. 1.33,54	»	71.45.42,4	»
30....	10.25. 5	12.59. 7,25	»	71.30.44,9	»
Mai 2....	10.16. 5	12.57.59,15	»	71.24.48,7	»
7....	9.53.53	12.55.25,66	»	71.14.30,1	»
		(114) Cassandre.			
Avril 30....	11.16.28	13.50.38,66	— 1,54	94.49.50,7	— 7,0
Mai 2....	11. 7. 7	13.49. 8,94	— 1,75	94.39.55,0	— 6,9

Dates. 1883.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			⑯ Psyché.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mai	2....	11.53.49	14.35.59,25	+ 1,11	100.52.45,4	+ 4,3
	9....	11.20.49	14.30.29,70	+ 1,16	»	»
	12....	11. 6.45	14.28.12,71	+ 1,14	»	»
	15....	10.52.45	14.26. 0,08	+ 1,17	100. 3.33,3	+ 4,4
	16....	10.48. 6	14.25.16,87	+ 1,06	100. 0.11,6	+ 5,2
	18....	10.38.50	14.23.52,51	+ 1,00	99.53.37,6	+ 2,5
			⑦ Iris.			
Mai	2....	11.55.43	14.37.53,16	+ 2,79	110.41. 0,3	+ 7,4
	9....	11.21.29	14.31. 9,74	+ 2,65	»	»
	15....	10.52.26	14.25.41,36	+ 2,81	109.24.41,9	+ 7,9
	16....	10.47.38	14.24.48,87	+ 2,64	109.18.43,6	+ 9,3
	18....	10.38. 5	14.23. 6,81	+ 2,71	109. 6.46,2	+ 8,8
			⑩ Hygie.			
Mai	16....	11.46.32	15.23.52,55	− 9,42	113.25. 0,8	−31,4
	18....	11.39. 3	15.24.14,91	− 9,46	113.17.15,2	−29,1
	28....	10.50. 2	15.14.32,17	− 9,11	112.36.12,9	−33,1
	31....	10.36. 9	15.12.26,31	− 9,02	112.23.42,5	−33,5
Juin	4....	10.17.52	15. 9.52,10	»	112. 7.15,5	»
			㉙ Amphitrite.			
Mai	16....	11.51. 0	15.28.20,57	− 0,44	117.31. 9,2	− 1,5
	18....	11.41. 5	15.26.17,18	− 0,65	117.26.23,0	− 2,2
	28....	10.51.55	15.16.24,95	− 0,64	116.57.18,9	− 0,8
	31....	10.37.24	15.13.40,83	− 0,80	116.47.19,0	− 0,3
			⑱ Melpomène.			
Mai	28....	11.19. 7	15.43.41,09	+ 4,71	92.57. 9,1	+12,7
	31....	11. 4.26	15.40.47,97	+ 4,65	92.51.13,3	+13,1
			(219) Thusnelda.			
Juin	12....	10.15.55	15.39.27,06	»	95.59.23,8	»
	14....	10. 6.36	15.38. 0,33	»	95.51.47,8	»
			(202) Chryséis.			
Juin	14....	11.47.16	17.18.56,44	»	102.22.17,7	»
	27....	10.46.13	17. 8.58,45	»	102.36.18,8	»
	28....	10.41.34	17. 8.15,85	.	102.38. 1,2	»
	29....	10.36.57	17. 7.34,39	»	102.39.32,7	»

» Les comparaisons de Vesta se rapportent à l'éphéméride publiée dans le *Nautical Almanac*; toutes les autres se rapportent aux éphémérides publiées par le *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites par M. *Henri Renan*. »

GÉODÉSIE. — *Sur une Lettre du général* Stebnitski *relative à la figure de la Terre;* par M. FAYE [1].

« Je prie l'Académie de me permettre de lui présenter une Lettre que M. le général Stebnitski, chef des travaux géodésiques et topographiques au Caucase, vient de m'écrire et de donner quelques brèves explications au sujet des critiques que le savant géodésien m'a fait l'honneur de m'adresser :

« La formule que nous avons adoptée, le colonel Kuhlberg et moi, pour réduire au niveau de la mer les longueurs du pendule à seconde obtenues à des niveaux considérables au Caucase, est la même que celle qui a été employée par les savants anglais dans l'Inde. Cette formule se compose de trois termes, dont le premier indique la correction pour l'altitude, le second exprime l'attraction du massif continental compris entre le lieu d'observation et la mer, et le troisième mesure l'influence du relief du terrain au-dessus du continent.

» Dans votre *Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique* (première Partie), ainsi que dans votre intéressant article *Sur la réduction du baromètre et du pendule au niveau de la mer* (*Comptes rendus*, n° 18, 30 avril 1883), vous avez exprimé l'opinion que la réduction en question doit se faire en négligeant le second terme indiquant l'influence de l'attraction continentale (d'après Poisson et Young), la plus grande densité des continents étant compensée par la densité plus faible de leurs couches profondes, et la densité moindre des mers étant contrebalancée par l'augmentation de densité des couches qu'elles recouvrent.

» Mes nombreuses observations relatives à la déviation du fil à plomb sous l'influence des montagnes du Caucase et mes déterminations de la longueur du pendule à seconde m'autorisent à vous soumettre quelques considérations sur ce sujet; mais, au préalable, je crois nécessaire d'examiner quelques résultats de la déviation du fil à plomb sous l'action des masses extérieures.

» La déviation causée par les masses extérieures (montagnes, etc.), en vertu de l'attraction de ces masses, peut être désignée comme *normale*. Je réserve le nom d'attraction *anormale* pour les cas de déviations dus à d'autres causes, telles que l'inégale distribution de la densité du sol ou la présence de cavités. Les pays de montagnes offrent des exemples des deux cas.

» J'ai fait des recherches sur la déviation du fil à plomb, dans la partie centrale de la

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

grande chaîne du Caucase, dans la région où cette chaîne a sa plus grande hauteur et sa moindre largeur, en me basant sur les travaux géodésiques exécutés en Russie méridionale, des deux côtés de la chaîne.

» J'ai commencé par examiner si la déviation se manifestait dans les triangulations de la Russie du sud, ces triangulations étant reliées au réseau trigonométrique du Caucase. L'espace considéré s'étend de Kiew à l'embouchure du Volga, sur 3° de latitude et 15° de longitude.

» La comparaison des latitudes géodésiques avec les latitudes astronomiques a donné les différences suivantes :

$$-0'',05, \quad +1'',24, \quad -1'',44, \quad +3'',7 \quad -1'',1 \quad -1'',58.$$

» Ces différences pouvant être considérées comme comprises entre les limites des erreurs d'observation et comme dues en partie à un manque de régularité dans les dimensions de la Terre, j'en ai conclu qu'on ne saurait constater, en Russie méridionale, aucune déviation particulière du fil à plomb.

» A mesure qu'on se rapproche, dans les steppes de la Russie méridionale, de la grande chaîne du Caucase, on voit apparaître et croître la déviation du fil à plomb. J'ai calculé l'attraction des masses extérieures pour les localités où l'on avait pu déterminer la latitude trigonométrique aussi bien que la latitude astronomique, en me servant de nombreuses données hypsométriques et des méthodes exposées par le colonel Pechmann.

» Le Tableau qui suit indique les déviations (les différences entre les latitudes astronomiques et géodésiques), pour divers lieux au nord de la grande chaîne :

	Déviation		
Localités.	par comparaison des latitudes.	par calcul des attractions.	Différences des déviations.
1. Signal russe..........	$-9'',66$	$+10'',83$	$+1'',17$
2. Ville de Georgievsk.....	$-9,97$	$+12,09$	$+2,12$
3. Base de Ekaterinograd...	$-12,62$	$+12,62$	0
4. Bourg d'Alexandre......	$-18,14$	$+19,45$	$+1,31$
5. Ville de Wladikawkase..	$-35,76$	$+38,76$	$+3,00$
6. Ville d'Ekaterinodar....	$-4,36$	$+2,36$	$-2,00$
7. Signal de Zoubow.....	$-1,06$	$+2,65$	$+1,59$
8. Ville de Petrowsk (côte).	$-18,56$	$+16,41$	$-2,15$

» La somme des déviations déterminées d'après les différences des latitudes pour les huit stations est $110'',13$. La somme correspondante obtenue par le calcul des attractions est $115'',17$. L'écart de $5'',04$ entre ces deux valeurs forme à peu près $\frac{1}{20}$ du total. La valeur moyenne des différences de déviation, prise indépendamment des signes, est $1'',69$ et peut être considérée comme comprise entre les limites des erreurs possibles. La déviation du fil à plomb augmente à partir d'une distance de 300^{km} jusqu'au pied de la grande chaîne du Caucase d'une manière continue et atteint à Wladikawkase la valeur de $35'',75$ (d'après les latitudes). Cette déviation s'explique parfaitement par la seule attraction des montagnes ; celles-ci ne paraissent présenter aucune inégalité de densité tant dans leur propre masse que dans les couches sous-jacentes.

» Pour la contrée située au sud de la chaîne, on a obtenu les données suivantes :

Localité.	Déviation d'après la différence des latitudes.	Déviation d'après l'attraction.	Différence.
Ville de Douschet........	+18″,29	−17″,43	+0″,86

» Les résultats, conformes à ceux qui ont été obtenus pour le versant septentrional, ont leur importance, parce que l'attraction s'exerce ici en sens inverse.

» L'amplitude suivant la latitude pour deux points situés aux pieds des versants nord et sud de la grande chaîne du Caucase et placés à peu près sur le même méridien (Wladikawkase et Douschet) est :

(1)	Amplitude astronomique..................	0°.56′.44″,57
	» géodésique....................	0.55.50,52
	Différence.........	0. 0.54,05

» La somme des déviations dues à l'attraction des masses de la chaîne pour les mêmes points est

(2) $$17'',43 + 38'',76 = 56'',19.$$

» La différence entre (2) et (1) est 2″,14, résultat qui paraît suffisant.

» Dans la région située au sud de la chaîne ou Transcaucasie, la comparaison des latitudes géodésiques et astronomiques et l'attraction des massifs ont fourni les données suivantes :

	Déviation d'après la latitude obtenue d'après les différences en latitude.	Déviation d'après la latitude obtenue d'après l'attraction des montagnes.	
Tiflis............	− 7″,56	− 2″,41	= − 9″,97
Elisabethpol......	− 32,75	+ 20,50	= − 12,25
Schemacha	− 23,21	− 16,43	= − 39,64
Bakou...........	+ 0,76	− 2,06	= − 1,30

» La seule attraction des montagnes ne suffit plus ici pour expliquer la déviation du fil à plomb; il faut prendre en considération d'autres causes perturbatrices, telles que l'inégale distribution des densités dans les masses environnantes, les cavités, etc. L'anomalie de la déviation croît d'une manière continue de l'Ouest à l'Est pour atteindre sa valeur maximum de 39″,34 à Schemacha, où l'attraction des montagnes semblerait être remplacée par une répulsion. Ce fait pourrait s'expliquer par la présence au nord de Schemacha de masses de moindre densité ou de cavités, et cette supposition me paraît plus probable que l'admission de masses plus denses au sud de la ville. Cette localité est soumise à de fréquents tremblements de terre. Celui des 30 et 31 mai 1859 détruisit une grande partie de la ville.

» D'après les recherches du savant géologue Abich, la ville de Schemacha se trouve placée presque au centre de l'aire d'extension des tremblements de terre qui, dans cette région, se propagent ordinairement du Nord-Ouest au Sud-Est. Tiflis et Elisabethpol sont situés près des limites de cette aire. L'illustre savant qui a consacré tant de recherches à

l'étude des phénomènes volcaniques et aux formations géologiques du Caucase émet, dans son Mémoire relatif aux tremblements de terre de Schemacha et d'Erzeroum, l'opinion que l'explication la plus simple et la moins arbitraire de l'origine de ce phénomène serait à chercher dans la réaction des gaz et des vapeurs soumis à une forte pression au sein des cavités et des fissures souterraines.

» Pour expliquer la déviation anormale constatée à Tiflis, Elisabethpol et Schemacha, il faut admettre l'existence de vastes cavités au nord de ces localités, et la propagation des tremblements de terre de cette région du nord au sud vient étayer cette supposition au point de vue géologique.

» On peut inférer de ce qui précède que la chaîne du Caucase, malgré sa longueur et la grande élévation de ses sommets, ne contient pas dans ses couches profondes de masses à densité moindre, pareilles à celles qui ont été remarquées aux Indes ([1]).

» Les recherches du colonel Pechmann au Tyrol et celles de l'ingénieur Dentzler en Suisse conduisent aux mêmes conclusions....

» Malgré les travaux des géodésistes anglais et les recherches de M. Pratt, qui ont démontré qu'au sud de l'Himalaya l'attraction du massif et la déviation qui en résulte sont atténuées ou compensées par la présence de cavités ou de masses de moindre densité, il est permis de conclure, des exemples que je viens de citer, que la densité des couches profondes de l'écorce terrestre situées sous les massifs du Caucase et des Alpes n'est pas réduite au point de pouvoir compenser l'influence des masses soulevées sur la déviation du fil à plomb et l'accélération de la pesanteur. J'ajouterai toutefois qu'il y a bien quelques exceptions, ainsi que je l'ai indiqué pour certaines localités de Transcaucasie.

» Ainsi, les faits constatés pour l'Inde ne sauraient être étendus à toutes les chaînes de montagnes. Je remarquerai pourtant que la déviation du fil à plomb a été constatée quelquefois sur une étendue restreinte d'un pays parfaitement plat : comme exemple, je citerai les environs de Moscou.

» Les recherches méthodiques de M. le professeur Schweizer (*Untersuchungen über die in der Naehe von Moscau stattfindenden Localattractionen*, von G. Schweizer. Moskau, 1864), recherches basées sur la comparaison d'un grand nombre de coordonnées géodésiques avec les valeurs correspondantes obtenues par des procédés astronomiques, ont démontré la déviation anormale du fil à plomb et permis de préciser l'aire où ce phénomène se manifeste.

» Tout près de Moscou (lat. 56°), la cause perturbatrice est annulée, mais elle atteint son intensité maximum entre les latitudes 55°48′ et 55°39 (+ 7″,9 en latitude) pour diminuer ensuite rapidement. A partir de la lat. 55°36′, la différence des latitudes géodésique et astronomique acquiert un signe opposé au précédent et atteint un maximum de 9″,8. L'écart total de la normale équivaut ainsi à 17″,7 en latitude pour un arc du méridien de 13′,1 = 786″.

» Il est évident que la cause perturbatrice doit être placée entre les deux maxima opposés dans la zone à déviation nulle.

» M. Schweizer ajoute que tous les faits de déviation observés sur le méridien de Moscou

---

([1]) Un extrait du Mémoire en langue allemande a paru dans les *Mélanges mathématiques et astronomiques* tirés du *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. II, livr. V, 1870.

peuvent s'expliquer en supposant une couche de terrain dirigée de l'est à l'ouest et ayant une densité deux fois moindre que l'écorce terrestre. Cette couche aurait ainsi une densité voisine de celle des lignites. Sa largeur ne devrait pas dépasser 30^{km}. Au nord et au sud de cette couche devraient s'étendre deux autres couches ayant une densité une fois et demie plus forte que celle de l'écorce terrestre et 34^{km} en largeur. L'épaisseur des couches serait de 482^{m}.

» Je passe à l'examen des corrections pour les longueurs du pendule à seconde déterminées à des niveaux différents.

» La première correction indique l'influence de l'altitude

$$l_0 = l\, 1 + 2h$$

(la formule est empruntée au *Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique* de M. Faye).

» Pour le pendule réduit au niveau de la mer et corrigé de l'attraction de la masse continentale, on a la formule

$$l_0 = l\left(1 + 2h - \frac{3}{4}h\right) = l\left(1 + \frac{5}{4}h\right).$$

» Relativement à cette formule, vous présentez, à la page 307 du *Cours d'Astronomie*, les objections suivantes : « Mais l'observation ne justifie nullement l'introduction de cette se-
» conde correction, c'est-à-dire du terme $-\frac{3}{4}h$. Voici comme exemple celles de Bouguer à
» l'équateur: »

Stations.	Altitude.	l observé.	l réduit par $(1+2h)l$.	l réduit par $(1+\frac{5}{4}h)l$.
	m	mm	mm	mm
Ile de l'Inca..........	78	990,911	990,935	990,926
Quito	2857	990,121	991,008	990,675
	Différence..........		+0,073	−0,251

» Dans le premier cas, la différence est à peu près de l'ordre des erreurs d'observation;
» dans le second, elle s'élève à $\frac{1}{4}$ de millimètre, ce qui est inadmissible. Les observations du
» pendule faites récemment par les officiers anglais, aux Indes et sur les hauts plateaux du
» continent asiatique, sont encore plus manifestement en désaccord avec cette seconde cor-
» rection : elle leur a donné partout des l_0 beaucoup trop petits, comme s'il y avait sous
» ces plateaux de grandes cavités vides de matière. »

» Cette objection serait juste et l'abandon de la seconde correction deviendrait nécessaire dans les cas suivants : 1° si la surface de niveau déterminée par le fil à plomb présentait une surface réellement ellipsoïdale sur toute l'étendue des continents et des mers, des centres aux côtes; 2° si les parties de l'écorce terrestre placées au-dessous des massifs continentaux contenaient des couches relativement moins denses que le reste de l'écorce terrestre.

» Les recherches théoriques de Stokes et de F. Fischer, le beau travail du Directeur de l'Observatoire de Leipzig, H. Bruhns, et plus anciennement M. Saigey ont démontré que la surface de l'Océan, en vertu de l'attraction exercée par les continents, ne conserve pas sa courbure ellipsoïdale régulière. Le relèvement du niveau de l'Océan près des côtes peut atteindre presque à 1000^{m}. Dans l'intérieur des continents, l'élévation de ce niveau serait encore plus forte, conformément aux masses considérables de ces continents.

» Un point quelconque situé à un niveau h au-dessus de la surface de l'Océan, près des côtes [1], se trouverait donc à une distance du centre de la Terre non pas égale à $h + R$ (R est le rayon terrestre aboutissant à la surface de l'Océan près des côtes), mais à une distance plus considérable $h + R + x$, x étant l'excès du niveau de l'eau dans un canal conduit de l'Océan jusqu'au point considéré. La valeur de x dépend de l'attraction du continent. En nous bornant, dans le calcul de la correction pour la longueur du pendule, à la formule qui ne tient compte que de la hauteur, nous pourrons bien arriver à des résultats concordants, comme pour le cas précité de l'île de l'Inca et de Quito, mais la longueur du pendule obtenue pour ce dernier lieu ne donnera pas la mesure exacte de la pesanteur. En négligeant de faire entrer dans le calcul de la correction l'attraction du continent, nous ne faisons qu'examiner un cas idéal, où la longueur du pendule à seconde et ses variations acquièrent les valeurs qu'elles auraient sur un ellipsoïde typique (ayant, par exemple, les dimensions données par Bessel ou Listing). Dans ce cas seulement les longueurs du pendule à seconde présenteraient plus d'accord entre elles qu'elles ne pourraient en offrir sur la surface d'un géoïde limité par les niveaux déterminés par le potentiel de la Terre et des continents.

» Nous avons déterminé, le colonel Kuhlberg et moi, les longueurs du pendule à seconde au Caucase, en nous servant du pendule à réversion de Repsold suivant les procédés adoptés par M. Plantamour en Suisse.

» Ce genre de pendule a été employé par l'académicien Savitch pour les déterminations sur 12 points, lors des opérations pour la mesure de l'arc du méridien de Tornéo à Ismaïl.

» Les géodésistes anglais s'en sont servis dans l'Inde et à l'Observatoire de Kew. L'erreur qui provient des mouvements du support de cet instrument a été évaluée par le colonel Kuhlberg en comparant les oscillations du pendule en question avec celles du même pendule relié à un support fixe.

» Voici les résultats des observations exécutées à Tiflis par le colonel Kuhlberg et par moi.

Localités.	Latitude.	Longitude de Paris.	Altitude au-dessus du niveau maritime en mètres.	Longueur du pendule à seconde en lignes de la toise de Fortin, réduites au niveau de la mer — en se servant des trois termes pour la correction.	en se servant des 1er et 3e termes.
Wladikawkase......	43°. 1′.59″	42°.21′.19″	693,4	440,3279	440,3639
Mont Goudaour....	42.29.17	42.80.20	2247,2	440,2126	440,3290
Douschet.........	42. 4.49	42.21.32	846,1	440,2018	440,2458
Tiflis.............	41.41.31	42.27.26	470,6	440,2703	440,3019
Batoum...........	41.39.28	39.17.41	1,8	440,3172	440,3172
Elisabethpol.......	40.40.53	41. 1.13	305,1	440,2364	440,2586
Couvent de St-Jacob, sur le versant du grand Ararat.....	39.46.12	42. 1.39	1882,8	440,1613	440,2590

(1) La hauteur peut se mesurer par les procédés de nivellement.

» L'idée admise par le savant général consiste en ceci : le *géoïde*, c'est-à-dire la surface de niveau des mers idéalement prolongée au-dessous des continents, diffère de l'ellipsoïde théorique non seulement par les ondulations qu'y produisent l'attraction des collines et des montagnes et celle des parties les plus denses qui se rencontrent çà et là dans l'écorce terrestre, mais aussi par les déformations dues à l'attraction des continents. Cette dernière peut surélever le niveau des mers ou la surface du géoïde à 1000^m, ou même plus, au-dessus de la surface de l'ellipsoïde théorique. De là des discordances considérables entre ces deux surfaces, tant pour la direction que pour l'intensité de la pesanteur.

» Mon opinion, au contraire, est que l'attraction des continents et le défaut d'attraction des océans en communication avec les pôles ne modifie pas la surface mathématique de la Terre, et que le niveau des mers ne se relève pas sensiblement sous l'influence des continents. Sauf les ondulations minimes et toutes locales dues aux saillies superficielles ou à des variations peu étendues de densité dans l'écorce terrestre, la surface du géoïde coïncide avec l'ellipsoïde théorique dont voici les éléments :

Aplatissement. . . . . $\frac{1}{291,9}$. Demi-grand axe. . . $6\,378\,393^m$.

» Cette opinion est basée : 1° sur l'accord des mesures de degré avec les arcs correspondants de l'ellipsoïde; 2° sur la faiblesse des désaccords des nivellements ordinaires avec les nivellements géodésiques; 3° sur l'accord que présentent les mesures du pendule, en tous les lieux de la Terre, lorsqu'on les ramène au niveau de la mer, à l'équateur, avec l'aplatissement de $\frac{1}{291,9}$, sans leur appliquer de correction, soit pour l'attraction des continents, soit pour le défaut d'attraction des masses océaniques.

» Je ne saurais trouver d'exemple plus frappant de cette concordance que dans les mesures du pendule de M. Stebnitski lui-même, comparées soit entre elles, soit à celles qui ont été faites dans d'autres régions bien différentes. Je me borne à les ramener à l'équateur par la formule de Clairaut avec l'aplatissement $\frac{1}{291,9}$ (1).

(1) M. Peirce, en discutant les mesures du pendule sur le globe entier, vient d'obtenir, pour cet élément, $\frac{1}{291,5 \pm 0,9}$ [*Pendulum experiments* (*U. S. Coast survey*, 1882)].

Mesures faites en différents pays et à différentes altitudes, de 0^m à 4700^m :

	Latit.	Altit.	l' (à l'éq.).		Latit.	Altit.	l' (à l'éq.).
	°	m	mm		°	m	mm
Paris	49	72	990,99	Moré (Himalaya)	33	4700	990,96
Berlin	52	34	990,98	Calcutta	23	0	990,96
Genève	46	407	990,97	Ile de l'Inca	90	78	990,94
New-York	41	10	991,00	Quito	90	2857	991,01
				Moyenne générale			990,98

Mesures faites au Caucase :

	Latitude.	Altitude.	l' (à l'équateur).
	°	m	mm
Batoum	42	2	990,93
Mont Goudaour	42	2247	990,88
Mont Ararat	40	1883	990,97
Moyenne			990,93

» Cet accord ne subsisterait pas plus pour les mesures du Caucase que pour celles d'Amérique ou celles d'Asie, si l'on voulait tenir compte de l'attraction des massifs continentaux. On aurait alors :

	mm
Batoum	990,93
Mont Goudaour	990,62
Mont Ararat	990,75

de même qu'au Pérou et en Asie, on trouverait des écarts inadmissibles, croissant proportionnellement avec l'altitude, allant à Moré à $\frac{1}{2}$ millimètre et à Goudaour à près de $\frac{1}{3}$ de millimètre.

» Ainsi il y a une compensation entre le relief de la masse émergée d'un continent et la minceur de l'écorce terrestre dans cette région, de même qu'entre la faible densité des océans et l'excès d'épaisseur de la croûte terrestre sous-jacente. Et cela n'est pas une pure hypothèse : j'ai fait voir que cette remarquable compensation tient au mode de refroidissement du globe terrestre, lequel va plus vite et plus profondément, depuis des millions d'années, sous les mers que sous les continents. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Etude sur les déformations et le développement de chaleur produits dans le forgeage par des pannes arrondies.* Note de M. **Tresca.**

« Dans nos Communications des 25 juin et 23 juillet 1883, nous avons fait ressortir la concordance qu'on observe, dans le forgeage d'une barre

de métal, entre les zones de plus grand glissement et de plus grand échauffement; mais la question n'avait pu être traitée que pour les pannes à arêtes vives, et nous venons aujourd'hui faire connaître les différences très caractéristiques qu'entraîne l'emploi de pannes arrondies.

» En parlant du poinçonnage obtenu avec des poinçons à surface convexe, nous avons fait voir déjà que l'amincissement des tranches horizontales avait surtout lieu dans le voisinage de cette surface, et nous devions en conséquence nous attendre à des effets de même ordre dans le mode de forgeage qui nous occupe aujourd'hui; mais il faut d'abord examiner, au point de vue de l'allongement de la pièce, l'introduction de longueur $-dh$ de la panne arrondie dans la barre sur laquelle elle agit.

» L'expérience et le raisonnement prouvent que, jusqu'à un certain enfoncement, la matière déplacée épousera exactement la forme de la panne, mais qu'elle s'en détachera au delà d'une limite déterminée, comme avec la panne à face plane. Pour s'en rendre compte, il suffit de considérer la demi-corde a qui se trouve dans le plan supérieur de la surface en cours de forgeage. La formule $-a\,dh = h\,dl$, qui exprime la conservation du volume total, pour un nouvel enfoncement $-dh$, ne sera applicable que si dl est plus grand que da, c'est-à-dire si la droite menée du centre de la barre à l'extrémité de la demi-corde a fait avec l'horizontale un angle au moins égal à celui que ferait, avec la même direction, la tangente au profil de la panne. Celle-ci se moulera exactement dans la masse déformée jusqu'à ce que cette circonstance se présente; un plus grand enfoncement donnera lieu à une rainure qui se détachera de la panne dans les mêmes conditions que si celle-ci avait une surface plane.

» La distance comprise entre les bords de la rainure sera, suivant les cas, a ou $a - \int a \frac{dh}{h}$, formule dans laquelle a varie avec chaque degré d'enfoncement, et qu'on pourra calculer graphiquement en remarquant que h est fonction de a. Nous verrons ultérieurement comment cette distance calculée se trouve vérifiée par des mesures directes.

» Si le profil de la panne est formé d'un arc de cercle, celui de la rainure se confondra avec cet arc jusqu'au moment où il sera prolongé par une sorte de logarithmique $x = a - \int a \frac{dh}{h}$. Les couches horizontales prendront des courbures analogues, mais elles seront d'autant plus déprimées dans le sens vertical qu'elles se trouvaient primitivement plus rapprochées des bords supérieur et inférieur de la pièce soumise au

forgeage ; c'est là que se produiront les plus grands glissements, et c'est là aussi que nous retrouverons les principales manifestations de la chaleur dégagée par le forgeage.

» *Vérifications expérimentales.* — Les vérifications expérimentales du forgeage avec pannes arrondies sont d'une réalisation assez difficile, par suite de l'instabilité qui résulte, lors du premier choc, de la position des deux génératrices qui sont seules en jeu dans le commencement de l'opération et du déversement que cette instabilité détermine souvent sur la barre.

» Cependant, voici quelques indications sur deux expériences parfaitement réussies, dans lesquelles des blocs de 80^{mm} de longueur et d'une section carrée de 40^{mm} de côté ont été allongés, sous l'action de pannes cylindriques de 10^{mm} et de 20^{mm} de diamètre. Toutes les déformations ont été réellement limitées à l'espace compris entre les verticales comprenant entre elles, à l'origine, les largeurs mêmes des pannes, et, dans cette zone, les déformations paraissent être, à première vue, de même ordre que celles qui ont été déjà signalées pour des pannes à arêtes vives.

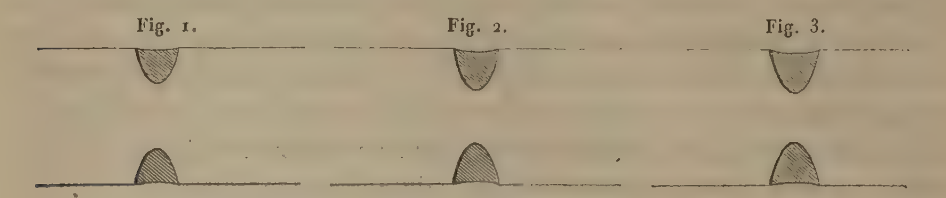
» Dans le premier échantillon, avec panne de 10^{mm} de diamètre, la cloison restant comprise entre les deux pannes a été réduite à $2h_1 = 18^{mm}$; dans la seconde, avec pannes d'un diamètre double, elle n'est plus que de 7^{mm}. On peut obtenir, dans chacun des cas, une première évaluation de l'allongement, en admettant que chacune des pannes a donné lieu à une rainure cylindrique ayant pour directrice un contour formé par la demi-circonférence de contact, prolongée par ses deux tangentes verticales.

» On trouverait ainsi que, dans l'hypothèse de la conservation du volume total, le premier bloc aurait dû être porté à la longueur de $84^{mm},99$, celle du second à $94,35$. En réalité, l'expérience donne 87^{mm} et 99^{mm}, et les différences, toutes deux en excès, sont dues à l'élargissement dont nous avons précédemment indiqué la cause et le mode de calcul. Les pannes comprimant en chaque instant le fond de la rainure, ce sera dans cette zone surtout que nous devrons rechercher les traces du développement calorifique.

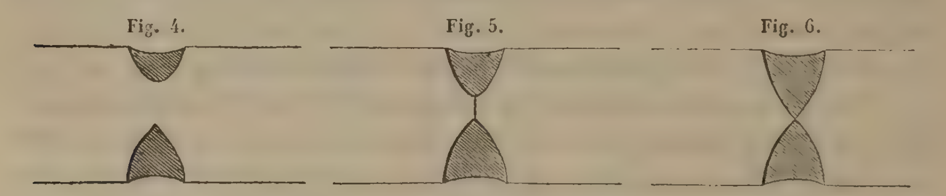
» *Développement de la chaleur.* — Lorsque l'intensité du choc est suffisamment grande, la forme de l'aire de fusion déterminée, comme il a été dit, par des pannes arrondies, ressemble beaucoup à celles que nous avons déjà décrites ; mais elles en diffèrent cependant en ce qu'elles sont plus étroites vers le milieu de la hauteur.

» Pour en étudier de plus près la formation, nous avons recherché avec soin les quantités de travail qui permettraient de nous faire assister à leur

développement successif, ainsi qu'on le voit par les figures suivantes, qu'il suffit d'examiner pour reconnaître que la fusion de la cire, au lieu de commencer sur les bords de la rainure, se manifeste tout d'abord, vers le milieu, sur de petites zones triangulaires qui augmentent de largeur et de



hauteur, lorsque le travail du choc devient plus grand. La *fig.* 6, en particulier, correspond à une charge limite qui se traduit par deux triangles de fusion, opposés par leur sommet commun; en deçà, les deux zones trian-



gulaires restent séparées; au delà, elles s'élargiraient d'un rebord qui règnerait sur toute la hauteur de la barre et qui ramènerait l'aire de fusion à la forme ordinaire d'un X.

» Habitués que nous sommes maintenant à la connexité des deux phénomènes, quelle raison plus probante pourrions-nous chercher de l'amincissement plus rapide des couches superficielles sous l'action de la panne pendant le forgeage?

» *Calculs de rendement.* — Il était intéressant de rechercher, pour ce mode de déformation comme pour les autres [1], si la température acquise dans la zone de fusion représentait encore la majeure partie du travail du choc; le Tableau suivant ne laisse aucun doute à cet égard et l'on en conclurait volontiers que le rendement approximatif, calculé comme nous l'avons indiqué précédemment, conserve toujours un chiffre élevé, plus élevé peut-être que celui auquel donnait lieu, dans certains cas, l'emploi des pannes à arêtes vives.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 1883, 2e semestre, page 225.

Fer. — Pannes arrondies. — Surfaces de fusion.

Travail du mouton.	Aire de fusion.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la température.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement.	Forme de l'aire de fusion.
kgm	cq	c	cc	o				
20,00.	0,60	1,5	0,90	50	45,00	15,79	0,79	quadrilatères à faces concaves.
22,50.	0,75	1,5	1,12	50	56,00	19,65	0,87	
25....	0,70	1,5	1,05	50	52,50	18,44	0,74	
27,50.	0,75	1,5	1,12	50	56,00	19,65	0,71	
30....	0,85	1,5	1,27	50	63,50	22,29	0,74	
35....	0,80	1,5	1,20	50	60,00	21,06	0,60	2 triangles.
35....	0,70	1,4	0,98	52	50,96	17,88	0,51	q. à f. concav.
40....	0,85	1,5	1,27	50	63,50	22,28	0,56	Id.
60,75.	1,20	1,5	1,80	55	99,00	34,75	0,57	3 fig. ident.
75....	1,00	2,4	2,40	52	124,80	43,80	0,58	2 triangles.
80....	1,40	2,4	3,36	52	174,72	61,33	0,78	I. avec empat.
90....	1,70	2,5	4,25	52	221,00	77,57	0,86	2 triangles.
100...	1,95	2,5	4,88	52	253,76	89,07	0,89	2 triangles.
110....	2,20	2,5	5,50	52	286,00	100,99	0,91	2 triangles.

Cuivre. — Pannes arrondies. — Surfaces de fusion.

Travail du mouton.	Aire de fusion.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la température.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement.	Forme de l'aire de fusion.
kgm				o				
60....	0,85	2,0	1,70	48	81,60	28,64	0,47	X plein.
60....	0,97	2,0	1,94	48	93,12	32,59	0,54	X incliné.
60....	1,05	2,0	2,10	48	100,80	35,38	0,59	X plein.
70....	1,15	2,0	2,30	48	110,40	38,75	0,55	Id.
70....	1,25	2,0	2,50	48	120,00	42,12	0,60	Id.
75....	1,10	2,0	2,20	48	105,60	37,07	0,49	Id.

» Le cuivre, par suite de sa conductibilité, donne lieu à des résultats notablement plus faibles que le fer.

» D'un autre côté, nous voyons le rendement apparent diminuer notablement lorsque les surfaces de fusion sont plus limitées, comme dans les expériences dont les figures ont été reproduites ci-dessus et dans lesquelles l'énergie des actions a été à dessein très ménagée.

Travail du mouton.	Aire de fusion.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la température.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement.	Forme de l'aire de fusion.
kgm 20,75.	0,40	c 1,8	0,72	48°	34,56	12,2	0,59	*fig.* 1
30,75.	0,55	1,8	0,99	48	47,52	16,67	0,54	*fig.* 2
40,75.	0,60	1,8	1,08	48	51,84	18,18	0,47	*fig.* 3
50,75.	0,80	1,8	1,44	48	69,12	24,24	0,48	*fig.* 4
60,75.	0,90	1,8	1,62	48	78,76	27,62	0,45	*fig.* 5
70,00.	1,15	1,8	2,07	48	99,36	34,85	0,50	*fig.* 6

» Aucun doute ne subsiste plus sur l'équivalence absolue du travail et de la chaleur; il faut donc attribuer à la conductibilité l'amoindrissement que constatent les résultats précédents, et ce n'est peut-être pas s'écarter outre mesure des faits en admettant que l'on passerait insensiblement de la disposition de la *fig.* 1 à la disposition de la *fig.* 6 si l'on pouvait représenter successivement les aires de fusion des différentes sections longitudinales, comprises entre la surface latérale et la section centrale de la barre.

» *Conclusions.* — Les faits qui viennent d'être indiqués corroborent, avec quelques variantes, les conclusions énoncées précédemment, et nous pouvons nous résumer en regardant pour démontré que :

» 1° Dans le forgeage par pannes arrondies, toutes les déformations sont concentrées dans la zone centrale; l'allongement total résulte exclusivement de l'allongement de cette zone;

» 2° Les horizontales et les verticales de cette zone prennent les unes et les autres des formes sinusoïdes, telles qu'elles se raccordent avec leurs prolongements au dehors, et comprennent en même temps des aires respectivement égales à celles du quadrillage primitif;

» 3° Les points de plus grand glissement et de plus grand développement de chaleur sont ceux que refoulent directement les pannes;

» 4° Les formes triangulaires des aires partielles de fusion ne laissent aucun doute sur le lieu du développement calorifique maximum;

» 5° Enfin, et dans tous les cas, le phénomène de réchauffement est essentiellement local et correspond, point pour point, à celui du glissement relatif. Le travail de glissement, en ce qui concerne la pièce forgée, doit être la mesure exacte de la chaleur développée, le mécanisme de la transformation étant ainsi saisi sur le fait, sans laisser aucune prise ni au doute, ni à la possibilité d'aucune transformation intermédiaire. »

MÉDECINE. — *Observation relative à un passage de la Communication récente de M.* V. Burq, *sur l'emploi du cuivre comme préservatif contre le choléra.* Lettre de M. **Vulpian** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Trouville-sur-Mer, le 19 août 1883.

» M. V. Burq a communiqué à l'Académie des Sciences, dans la séance de lundi dernier, un travail dans lequel je lis cette phrase (*Comptes rendus*, 13 août 1883, p. 483) : « En ce moment même, d'après ce qu'aurait dit » M. le professeur Vulpian, à Mékong, dans le delta du Gange et en » Égypte, les officiers français et anglais se préservent par le cuivre. »

» M. V. Burq a puisé sans doute cette information dans un journal politique qui m'a attribué, par erreur, une partie de l'article consacré par un de ses rédacteurs à l'étude des moyens de se préserver du choléra. C'est ce rédacteur qui m'a fait connaître ce qu'on lui avait dit de certaines pratiques préventives, mises en usage en Cochinchine, dans l'Inde et en Égypte : quant à moi, je n'en avais jamais entendu parler auparavant.

» Je ne veux prendre aucune responsabilité, en ce qui concerne l'utilité du cuivre dans le traitement préservatif du choléra. Cette utilité me paraît bien douteuse : si le cuivre avait une efficacité réelle, il est probable qu'elle aurait été mise en évidence depuis longtemps, dans tous les pays où le choléra a sévi et surtout dans les parties de l'Inde où cette maladie est endémique.

» Je ne vois cependant aucun inconvénient à ce qu'on fasse, *avec sagesse*, des essais de traitement préventif à l'aide du cuivre, à la condition toutefois qu'on ne se laisse pas entraîner, par une confiance trop grande dans un moyen probablement chimérique, à laisser de côté les prescriptions hygiéniques qui doivent tenir le premier rang, pour le moment, dans la prophylaxie du choléra. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (1). Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec le tungstène.* — Les divers composés du tungstène sont d'abord ramenés à l'état de tungstate ammoniacal ou alcalin, transformation facile à réaliser.

» Le mélange de tungstate et de combinaisons galliques est additionné d'un notable excès d'acide chlorhydrique et évaporé *à chaud* jusqu'à

(1) *Comptes rendus*, juillet 1883, p. 295.

presque dessiccation. Pendant cette opération, l'acide tungstique blanc se déshydrate partiellement et devient jaune. On ajoute alors un peu d'eau et l'on évapore de nouveau, sans dessécher cependant tout à fait la masse sur laquelle est enfin versée une assez forte quantité d'eau très faiblement acidulée par HCl; on chauffe légèrement et l'on filtre.

» La liqueur claire, exempte d'acide tungstique, renferme le gallium. Quant au précipité, il ne retient que des traces de gallium, qui se retirent aisément en reprenant par l'ammoniaque et évaporant une seconde fois en présence d'un excès d'acide chlorhydrique, suivant la marche ci-dessus indiquée.

» *Séparation d'avec l'acide phosphorique.* — J'ai étudié les trois procédés suivants, qui donnent de bons résultats :

» 1° Dans une liqueur contenant un quart à un tiers de son volume d'acide chlorhydrique concentré, le prussiate jaune de potasse précipite le gallium, tandis que l'acide phosphorique reste dissous.

» Le précipité de cyanoferrure de gallium doit être soigneusement lavé à l'eau, fortement chargée d'acide chlorhydrique, si l'on veut qu'il ne retienne aucune trace d'acide phosphorique.

» 2° On additionne la solution d'environ un tiers de son volume d'acide nitrique concentré et l'on y précipite l'acide phosphorique, au moyen du molybdate d'ammoniaque, en opérant d'ailleurs comme on le fait d'ordinaire pour ce mode de dosage de l'acide phosphorique.

» La séparation du gallium et du molybdène contenus dans le liquide filtré s'obtient par les méthodes décrites dans une de mes précédentes Communications (*Comptes rendus*, juillet 1883, p. 142).

» 3° La recherche de petites quantités de gallium disséminées dans de grandes masses de phosphates s'effectue très bien en ajoutant à la liqueur chlorhydrique, légèrement acide, un excès d'acétate acide d'ammoniaque, une certaine quantité d'acide arsénieux dissous dans l'eau et traitant le tout par un courant d'hydrogène sulfuré.

» Le sulfure d'arsenic, qui dans ces conditions a entraîné le gallium, est d'abord bien lavé avec de l'eau contenant un peu d'acétate acide d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré, puis repris par de l'eau régale renfermant un grand excès d'acide chlorhydrique. Après destruction de l'acide azotique par longue ébullition et réduction de l'acide arsénique au moyen de gaz sulfureux, on fait passer dans la solution chlorhydrique très acide un courant d'hydrogène sulfuré. Cette fois, il se précipite du sulfure d'arsenic exempt de gallium. Ce dernier métal se retrouve dans la liqueur filtrée. »

MÉMOIRES PRÉSENTES.

M. **Moura** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'anche vocale de l'homme.

(Renvoi au Concours du prix de Physiologie.)

M. **Swiecicki** adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président du Comité** formé pour l'érection d'un monument à la mémoire de Daguerre, dont l'inauguration aura lieu le dimanche 26 août, à 2 heures, à Cormeilles-en-Parisis, prie MM. les Membres de l'Académie qui se sont intéressés à ses travaux de vouloir bien honorer cette cérémonie de leur présence.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une réimpression de la « Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques, uniquement déduite de l'expérience, par *André-Marie Ampère* ».

» Cette réimpression vient d'être effectuée par la librairie A. Hermann.

THERMODYNAMIQUE. — *Recherches expérimentales sur les moteurs à gaz tonnant.* Note de M. **A. Witz**, présentée par M. Desains.

« Après avoir, dans une première Communication, établi la valeur relative des divers systèmes de moteurs à gaz tonnant par l'étude de leur cycle théorique, je me propose aujourd'hui d'analyser le jeu réel de ces machines.

» Le cycle pratique diffère du cycle théorique par ce qui suit : la détonation n'est pas instantanée et partant l'échauffement des gaz ne s'effectue pas à volume constant; l'expansion ne se fait pas suivant une adiabatique, et la courbe de détente reste au-dessus de la courbe théorique définie par l'équation $pv^\gamma =$ const., dans laquelle on devrait faire γ au plus égal à 1,37; d'autre part, les pressions et les températures des produits de la combustion sont notablement moindres que ne l'indique le calcul. Il résulte de ces imperfections du cycle un abaissement dans le rendement que les ingénieurs chercheraient en vain à corriger si les physiciens n'en découvraient d'abord la cause.

» Or, deux théories se sont partagé la faveur des savants : d'après les uns, le calorique ne serait développé que progressivement dans la détonation du mélange gazeux, au fur et à mesure de la combinaison d'une fraction dissociée; les autres prétendent, au contraire, tout expliquer par une combustion lente (*slow combustion, Explosion mit Nachbrennen*) occasionnée par la présence des gaz étrangers à la réaction.

» Il semble que l'expérience seule puisse trancher les difficultés soulevées par ce débat.

» J'ai donc cherché à reproduire artificiellement, pour ainsi dire, les phénomènes dont la série constitue le cycle réel des moteurs à gaz, en les faisant varier à mon gré. A cet effet, j'ai opéré dans le cylindre de fonte dont je m'étais servi précédemment pour étudier le refroidissement des gaz et des vapeurs : une double enveloppe, à circulation de vapeur ou d'eau, maintenait à point voulu la température des parois de cette enceinte, dont l'effet thermique sur les gaz qu'elle renferme m'est parfaitement connu. Le mélange explosif était enflammé à l'aide de l'étincelle d'une forte bobine d'induction; un piston de 200^{mm} de diamètre, dont le mouvement pouvait être accéléré par un contre-poids ou ralenti par un frein, permettait de faire détendre les produits de la combustion à toutes vitesses comprises entre 10^{m} et $0^{m},25$ par seconde. Un indicateur Richard, monté sur le cylindre et commandé par la tête du piston, traçait la courbe des pressions des gaz en fonction des volumes qu'ils occupaient; enfin, un diapason battant le $\frac{1}{128}$ de seconde marquait les temps. En relevant les courbes de l'indicateur et en évaluant leur aire, il devenait possible de connaître toutes les circonstances caractéristiques d'une explosion et de calculer le travail effectué pour une dépense de gaz connue, dans des conditions quelconques.

» L'emploi des grandes détentes présentait un double et précieux avantage, que je dois signaler ici, celui de limiter les températures et de réduire les pressions développées dans l'explosion : en limitant les températures, j'écartais les effets de dissociation, qui ne se produisent qu'au-dessus de 1800° pour l'acide carbonique et 3000° pour la vapeur d'eau, d'après MM. Mallard et Le Châtelier; en réduisant et graduant les pressions, j'évitais les lancés et les mouvements oscillatoires qu'on ne réussit ordinairement à supprimer qu'en étranglant les conduites, au préjudice de la rapidité et de l'exactitude des indications.

» Le degré de détente étant connu, il est facile, à l'aide des formules $\frac{pv}{T} = \text{const.}$ et $pv^{\gamma} = \text{const.}$, de passer des températures et des pressions

observées aux températures et aux pressions qui seraient développées dans une enceinte de volume invariable, sous la seule action refroidissante de la paroi; voici, par exemple, l'ensemble des résultats observés et calculés dans la détonation de 1 volume d'oxyde de carbone saturé de vapeur d'eau mélangé avec 2675 volumes d'air à 15°C :

Temps	Avant la détonation.	0^s	$0^s,016$	$0^s,032$	$0^s,048$	$0^s,064$	$0^s,080$	$0^s,096$
Pressions observées	$1^{kg},033$	$1^{kg},7$	$1^{kg},6$	$1^{kg},45$	$1^{kg},32$	$1^{kg},24$	$1^{kg},18$	$1^{kg},10$
Temp. absolues observées	288°	474°	687°	941°	1161°	1228°	1308°	1350°
Pressions calculées	»	$1^{kg},7$	$2^{kg},81$	$4^{kg},58$	$5^{kg},88$	$6^{kg},46$	$7^{kg},11$	$7^{kg},56$
Temp. absolues calculées	»	474°	784°	1278°	1640°	1802°	1984°	2109°

» Si nous adoptons pour les chaleurs spécifiques des gaz les valeurs maxima indiquées par MM. Mallard et Le Châtelier, nous pouvons calculer la température maximum d'explosion du mélange proposé ci-dessus et déduire de ce Tableau les chutes de température et de pression dues à l'action refroidissante de la paroi : j'ai été amené de la sorte à représenter la vitesse de refroidissement des gaz pour un excès ε par la formule

$$-\frac{d\varepsilon}{dt} = v = \frac{S}{V} 0,02357 \varepsilon^{1,203+0,00055\varepsilon}.$$

» De nombreuses expériences ont été faites sur des mélanges explosifs de qualité et de teneur diverses. Voici les conclusions auxquelles je suis amené dès à présent :

» 1° Le relèvement des courbes de détente est dû à une combustion graduelle du mélange tonnant; cette combustion est d'autant plus lente que la détente est plus rapide; elle subit donc l'influence d'une action de paroi.

Mélange de 1^{vol} de gaz d'éclairage avec $6^{vol},35$ d'air.

Vitesse de détente $\frac{dl}{dt}$.	Pression maximum.	Durée de la combustion.
$4^m,30$	$7^{kg},39$	$0^s,045$
$1^m,7$	$6^{kg},75$	$0^s,148$

» 2° Le mode de combustion et par suite la forme de la courbe de détente sont influencés par la température de l'enceinte;

» 3° Un excès de gaz étranger à la réaction tend non seulement à ralentir la combustion, mais cette combustion reste incomplète et cet effet est d'autant plus marqué que le mélange est plus pauvre;

» 4° L'utilisation croît avec la vitesse de la détente.

Mélange de 1^{vol} *de gaz d'éclairage avec* $6^{vol},35$ *d'air.* (Volume du mélange, $2^{lit},081$.)

Vitesse de détente.	Travail.	Utilisation pour 100.
$4^m,8$	$57^{kgm},0$	8,2
$1^m,7$	$17^{kgm},6$	2,6

» 5° L'utilisation croît avec la température de la paroi de l'enceinte.

Mélange de 1^{vol} *d'oxyde de carbone avec* $2^{vol},675$ *d'air.* (Volume du mélange, $3^{lit},096$.)

Température.	Travail.	Utilisation pour 100.
15°	$20^{kgm},2$	3,0
64°	$22^{kgm},1$	3,8

» 6° Les pressions et les températures maxima varient en sens inverse de $\frac{S}{V}$, rapport de la surface de la paroi au volume de l'espace primitivement occupé par le mélange. Or j'avais démontré précédemment ([1]) que la vitesse de refroidissement est proportionnelle à $\frac{S}{V}$, et M. Vieille a constaté depuis lors l'influence du refroidissement sur la valeur des pressions développées en vase clos, influence qui est proportionnelle à ce même rapport $\frac{S}{V}$.

» Il ressort de ces expériences que l'action de paroi domine tous ces phénomènes. C'est donc le refroidissement qui déforme surtout le cycle et abaisse le rendement des moteurs à gaz tonnant. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'iodure d'azote; sur les radiomètres chimiques ou photomètres à iodure d'azote; sur la préparation, à froid, de l'azote, de l'iodure d'ammonium et de l'iodate d'ammoniaque, sous l'influence de la lumière, et sur l'iodure double de cuivre et d'azote.* Note de M. ANTONY GUYARD. (Extrait) ([2]).

« *Intangibilité lumineuse de l'iodure d'azote.* — L'iodure d'azote placé dans l'eau, ou mieux encore dans l'ammoniaque aqueuse, est aussi sensible

([1]) *Thèse inaugurale,* 28 novembre 1878, et *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XV, p. 497 et suivantes.

([2]) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus.*

aux vibrations lumineuses qu'aux vibrations calorifiques et sonores et qu'au contact d'un corps étranger. Sous l'influence de la lumière, l'iodure d'azote se détruit rapidement avec *effervescence* de gaz azote pur, en même temps qu'il se forme de l'iodure d'ammonium et un peu d'iodate d'ammoniaque. Au sein de l'eau, la décomposition se produit tranquillement d'abord, et se termine généralement par une violente explosion ; dans l'ammoniaque, au contraire, la décomposition, quelque énergique qu'elle soit, se fait tranquillement jusqu'à disparition complète de l'iodure.

» L'iodure d'azote est aussi sensible à la lumière diffuse qu'à la lumière directe ; la rapidité de sa décomposition est proportionnelle à l'intensité lumineuse.

» La décomposition de l'iodure d'azote se fait tout aussi bien à la température ordinaire que dans un rapide courant d'eau à 10°, 5° ou 1°. Le spectre calorifique n'a aucune action sur la décomposition, qui est due uniquement à la lumière, mais le spectre coloré agit puissamment : le maximum d'intensité de décomposition se trouve dans le jaune et le minimum dans le violet.

» *Phénomènes chimiques de la décomposition lumineuse de l'iodure d'azote.* — Quand l'iodure d'azote a pour formule AzH^2I, il se décompose intégralement dans l'eau, sans faire explosion, sous l'influence lumineuse, suivant l'équation $2(AzH^2I) = AzH^4I^2 + Az$, qui est absolument conforme aux faits observés. Le plus souvent, l'iodure d'azote n'a pas cette formule ; mais il renferme des quantités plus ou moins considérables de ce corps, de sorte que l'iodure d'azote se décompose toujours partiellement suivant l'équation précédente, puis fait explosion quand le corps AzH^3I est détruit. La décomposition dans l'ammoniaque s'explique facilement à l'aide de toutes les formules de l'iodure d'azote. Avec la formule $AzHI^2$, qui est typique, on obtient l'équation suivante :

$$5(AzHI^2) + 12(AzH^3) = 10\,AzH^4I + 7\,Az,$$

qui est conforme à l'expérience. Les corps de même formule dégagent plus d'azote au sein de l'ammoniaque qu'au sein de l'eau. Dans l'eau, c'est toujours du biiodure d'ammonium qui se forme ; dans l'ammoniaque, c'est de l'iodure d'ammonium.

» *Des radiomètres chimiques, ou photomètres à iodure d'azote.* — Je propose d'appliquer la sensibilité photochimique de l'iodure d'azote, placé dans l'ammoniaque aqueuse, à la photométrie et à la détermination de l'équivalent chimique de la lumière et de son équivalent mécanique. Tout instrument transparent, renfermant de l'iodure d'azote et de l'ammo-

niaque, et à l'aide duquel on peut peser ou mesurer le gaz azote dégagé pendant la réaction lumineuse, est un radiomètre ou photomètre chimique. Pour la pratique, je recommande un instrument ayant la forme d'un matras d'essayeur, dont le col, hermétiquement fermé par un bouchon à l'émeri, est divisé en centimètres cubes et en dixièmes. Ce col porte, comme la burette de Gay-Lussac, un tube extérieur latéral, portant un ajutage fermé par un caoutchouc et une pince à sa partie inférieure (¹). Pour se servir de cet instrument, on introduit dans le matras $1^{gr},27$ d'iode, on remplit complètement d'ammoniaque à 22°, on bouche hermétiquement en excluant toute bulle d'air et l'on expose le tout à la lumière.

» L'azote s'accumule peu à peu dans le col de l'instrument, véritable burette à lumière; pour faire la lecture, on vide le tube latéral jusqu'à ce que le niveau soit le même dans le tube et dans la burette. $1^{gr},27$ d'iode dégage $33^{cc},5$ d'azote. Des essais quantitatifs ont montré que la réaction finale est la même, soit qu'on emploie l'iode ou l'iodure d'azote, soit qu'on donne à l'iodure d'azote le temps de se former ou qu'on expose directement l'iode et l'ammoniaque à la lumière. La réaction a lieu suivant la formule approximative

$$13\,AzH^3 + 10\,I = 10\,(AzH^4I) + 3\,Az.$$

» *Préparation de l'azote, de l'iodure d'ammonium et de l'iodate d'ammoniaque, sous l'influence de la lumière.* — Cette préparation, qui est une des expériences de cours les plus intéressantes qu'on puisse imaginer, suivant que l'appareil à iodure d'azote est maintenu dans l'obscurité ou qu'on y fait tomber le faisceau lumineux d'une lampe électrique, peut recevoir une application immédiate pour la préparation de l'iodure d'ammonium et de l'iodate d'ammoniaque. On mélange de l'iode à un excès d'ammoniaque, et on expose à la lumière : quand tout l'iode a disparu, on distille ou l'on évapore pour recueillir ou chasser l'excès d'ammoniaque; on fait cristalliser l'iodure d'ammonium, et l'on trouve l'iodate dans les eaux mères.

» *Préparation de l'iodure d'azote.* — Quand on mêle de l'iode et de l'ammoniaque aqueuse, l'iode se partage en deux parties égales : l'une forme de l'iodure d'ammonium, l'autre de l'iodure d'azote

$$3\,AzH^3 + 4\,I = 2\,AzH^4I + AzHI^2 \text{ (Odling-Guyard)},$$
$$5\,AzH^3 + I^6 = 3\,AzH^4I + Az^2H^3I^3 \text{ (Bunsen)}.$$

(¹) Cet instrument se trouve chez MM. Alvergniat frères, à Paris.

Ensuite, sous l'influence de la lumière et en présence d'un excès d'ammoniaque, il se forme encore de l'iodure d'ammonium et il se dégage de l'azote. Il se passe donc deux phénomènes bien distincts : un phénomène purement chimique, puis un phénomène photochimique. De nombreuses expériences ont montré que les choses se passent surtout comme l'indique l'équation d'Odling. Il résulte aussi de ces expériences que, quand on emploie un excès d'iode, relativement à l'ammoniaque, l'iodure d'ammonium formé se transforme en biiodure aux dépens de l'iodure d'azote, et que l'iodure d'azote formé se rapproche de la formule AzH^2I. Avec des quantités convenables d'iode et d'ammoniaque, les corps formés se rapprochent de la formule $AzHI^2$; avec un excès d'ammoniaque, il se forme un peu plus d'iodate d'ammoniaque. De plus, les iodures d'azote de formule $AzHI^2$ ne sont que fort peu altérés par des lavages à l'eau pure. Enfin, l'ammoniaque forme de l'iodure d'azote avec le second équivalent d'iode du biiodure d'ammonium. Ces faits expliquent les phénomènes observés dans la préparation de l'iodure d'azote.

» En opérant dans les conditions normales, et en représentant par $x(AzH^4O)$ l'excès d'ammoniaque qu'il faut toujours employer pour préparer convenablement l'iodure d'azote, la formule la plus simple qu'on puisse donner pour se conformer aux faits observés est la suivante :

$$\begin{aligned} &x(AzH^4O) + 233(AzH^4O) + I^{303} \\ &\quad = AzH^4OIO^5 + 154(AzH^4I) + \underbrace{10(Az^8H^9I^{15})}_{\text{Iodure d'azote.}} + 227HO + x(AzH^4O). \end{aligned}$$

» La formule $Az^8H^9I^{15}$, qui se rapporte à de l'iodure d'azote lavé, n'est pas très éloignée de la formule $Az^8H^8I^{16} = 8(AzHI^2)$ que possède l'iodure non lavé, tel qu'il existe dans le milieu où il a pris naissance. Avec un excès d'ammoniaque représenté par $2x(AzH^4O)$, il se forme à peu près deux fois plus d'iodate d'ammoniaque; la formule de l'iodure d'azote se complique aussi, mais il renferme surtout un corps de formule $Az^3H^3I^5$, qui ne s'éloigne pas beaucoup du corps $Az^3H^3I^6 = 3(AzHI^2)$ que je considère comme l'iodure typique résultant du mélange d'ammoniaque et d'iode.

» J'estime que toutes les formules données par les expérimentateurs sont exactes, mais se rapportent à des corps préparés dans des conditions différentes et lavés à l'eau ou à l'ammoniaque.

» *Propriétés de l'iodure d'azote.* — Tous les iodures d'azote sont intangibles à la lumière en présence d'eau ou d'ammoniaque aqueuse. Tous ceux que j'ai préparés par l'action de l'iode sur l'ammoniaque aqueuse se décom-

posent avec effervescence d'abord, puis avec une violente explosion quand on les traite par de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfureux, même très dilués. Tous les iodures d'azote sont dissous sans décomposition par l'hyposulfite de soude, avec formation d'iodure de sodium, d'ammoniaque libre et de sulfate d'ammoniaque. L'ammoniaque libre est celle qui entre dans la constitution de l'iodure d'azote; l'ammoniaque du sulfate provient de l'azote existant à l'état de triiodamine dans l'iodure d'azote. Dans mon Mémoire, je développe l'équation de cette réaction qui m'a servi à analyser l'iodure d'azote.

» L'iodure d'azote est en partie décomposé par l'iodure de potassium, à l'abri de la lumière, avec formation de biiodure de potassium; le biiodure ainsi formé ne renferme pas trace d'ammoniaque, et il reste un iodure d'azote insoluble dans l'iodure alcalin. $AzHI^2$ perd un équivalent, ou une partie de cet équivalent d'iode, pour former un nouvel iodure. Sous l'influence de la lumière, au contraire, l'iodure d'azote est complètement décomposé par l'iodure de potassium, et la liqueur renferme de l'iodure d'ammonium. Voilà des réactions bien tranchées, qui seraient inexplicables si l'on ignorait le rôle que joue la lumière.

» Le cyanure de potassium dissout l'iodure d'azote avec dégagement d'azote, même à l'abri de l'action de la lumière.

» *Iodure double de cuivre et d'azote.* — L'iodure d'azote prend naissance toutes les fois qu'on traite un biiodure soluble, en solution un peu concentrée, par une solution un peu concentrée d'ammoniaque : le corps a la propriété de se combiner au biiodure de cuivre, pour former un corps en petits cristaux grenat violacés, qui est l'iodure double de cuivre et d'azote. La formule de ce corps, qui a été analysé, est la suivante : $Cu^2I^2Az^2H^4I^2$. Le corps se prépare très facilement en traitant une eau céleste en solution ammoniacale d'un sel de cuivre par du biiodure de potassium. Au bout de quelques minutes, il se dépose une masse cristalline grenat, brillante, qui est l'iodure double.

» Ce corps, après dessiccation, est très stable, et cependant il renferme deux des corps les plus instables de la Chimie, le biiodure de cuivre et l'iodure d'azote. Il est totalement décomposé par le lavage à l'eau, avec formation de biiodure d'ammonium et d'un oxyiodure de cuivre, couleur bronze, dont la formule est Cu^2O^4I. La propriété caractéristique de cet oxyiodure est de se décomposer sous l'influence de la chaleur, en oxyde de cuivre noir, en iode et oxygène.

» L'iodure double de cuivre et d'azote est décomposé par l'ammoniaque

aqueuse : il se forme une dissolution ammoniacale bleue de biiodure de cuivre, et il reste un résidu explosif d'iodure d'azote ne renfermant pas de cuivre.

» Quand on chauffe légèrement l'iodure double, on obtient un résidu de sous-iodure de cuivre blanc, parfaitement pur ; il se dégage de l'iode et les produits de la décomposition de l'iodure d'azote. Quand on le distille à sec, on obtient du sous-iodure de cuivre et d'abondantes vapeurs brunes, violettes et ammoniacales. Les vapeurs brunes se condensent en un produit noir, décomposable par l'eau avec formation d'un iodure d'azote noir cristallisé, tout à fait semblable à l'iode, mais qui se distingue de tous les autres iodures d'azote, parce qu'il se dissout *avec effervescence* dans une solution de potasse ou de soude. Il se dégage de l'azote ou de l'hydrogène, et il se forme beaucoup d'ammoniaque.

» Il existe un autre iodure de cuivre et d'azote, qui se forme quand on traite le réactif de Schweitzer, préparé par le procédé de M. Peligot, par le biiodure de potassium. Cet iodure double n'est pas grenat, mais noir; il n'a pas été analysé. Il est cristallisé comme l'iodure grenat et possède toutes ses propriétés générales ; il est détruit par des lavages à l'eau, mais le résidu cuivreux est explosif. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Note pour servir à l'histoire de la formation de la houille*. Note de M. B. **Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Lorsqu'on réduit en lames minces et transparentes des fragments de houille pris au hasard, on ne distingue généralement dans les préparations aucune trace d'organisation végétale; parfois seulement quelques débris de trachéides rayées et ponctuées, quelques groupes peu importants de cellules diverses apparaissent au milieu du charbon devenu jaune brun en laissant tamiser la lumière.

» Il n'en est plus de même si l'on opère sur des fragments choisis à la loupe et présentant à leur surface, sous un éclairage convenable, des indices d'organisation; l'intérieur peut alors être soumis utilement à l'examen microscopique.

» La houille offrant ce caractère extérieur favorable se trouve assez fréquemment sous forme de rognons dans les parties un peu argileuses du combustible exploité ou même constitue des bancs d'une notable épaisseur dont les feuillets montrent à la surface, soit des empreintes variées de feuilles, soit des cicatrices corticales de Sigillaires, Lépidodendrons, etc.

» J'ai signalé autrefois [1] la structure conservée de certains fragments de jayet trouvés dans les schistes de Polroy, près Autun, et celle de feuilles de *Cordaites* de Saint-Étienne; depuis lors, sur l'invitation de M. Fayol, l'habile directeur des houillères de Commentry, j'ai examiné de nombreux fragments de houille recueillis, soit au milieu même des couches exploitées, soit autour du moule interne de troncs variés, et dans presque tous les cas j'ai rencontré une structure conservée.

» Dans cette première Note, il ne sera question que de quelques-uns de ces troncs dont le nombre *dépasse* deux cents et qui tous ont été relevés et cotés avec soin par M. Fayol.

» Les uns sont couchés horizontalement ou inclinés, les autres son debout, tous possèdent une enveloppe de houille noire, brillante, se conduisant avec les réactifs comme la houille ordinaire, et dont l'épaisseur, suivant les troncs, varie de $0^m,002$ ou $0^m,003$ jusqu'à $0^m,05$ et $0^m,06$.

» Quelle que soit leur position, ils sont cimentés par un grès fin, argileux, blanc jaunâtre, non imprégné de houille ou de bitume, isolés les uns des autres et éloignés des veines de charbon en exploitation.

» La houille qui les recouvre ne peut donc provenir d'une infiltration quelconque et résulte de la transformation même des tissus végétaux.

» Des préparations faites dans des directions choisies montrent une conservation inespérée, le bois et l'écorce présentant encore la plupart de leurs éléments caractéristiques.

» Grâce à cette conservation, j'ai pu rapprocher un certain nombre d'entre eux de ceux que l'on rencontre à l'état silicifié, mais fragmentaire, dans les gisements d'Autun et de Saint-Étienne et, par suite, compléter l'étude de ces derniers par celle de troncs actuellement connus extérieurement sur une longueur de 8^m à 10^m.

» Un fait important découle de la comparaison des organes élémentaires des tissus selon qu'ils sont transformés en houille ou bien suivant qu'ils sont conservés par la silice ou le carbonate de fer : c'est celui de la diminution des éléments convertis en houille sur toutes leurs dimensions.

» En effet, sur une coupe transversale d'*Arthropitus bistriata*, les trachéides se présentent serrées les unes contre les autres; un mince filet plus clair qui les sépare permet de les distinguer avec un grossissement de

---

[1] *Cours de Botanique fossile*, p. 15 et 89, 1880, où je fais remarquer que l'épaisseur d'une feuille de Cordaïte transformée en houille est en moyenne $0^{mm},07$, tandis que celle de la même feuille silicifiée varie de $0^{mm},5$ à $0^{mm},7$.

200 diamètres. Sous la pression lente, mais continue, des terrains d'alentour, leurs parois latérales, celles qui portent les ornements rayés, sont venues se toucher, et, la cavité interne disparaissant, leur section actuelle est une ellipse aplatie à contour sinueux.

» Sur une coupe longitudinale radiale, c'est-à-dire faite dans le sens où la trachéide présente *maintenant* la plus grande largeur, cette dimension atteint la moitié ou les deux tiers à peine de celle d'une trachéide semblable prise dans un échantillon silicifié; en outre, sur une *même* longueur, le nombre des ornements rayés est dans le rapport de 3 à 2. La première s'est donc raccourcie d'un tiers environ.

» Dans un échantillon d'*Arthropitus gallica* dont le bois est *partie* carbonaté, *partie* converti en houille, on compte sur une longueur des trachéides de $\frac{1}{10}$ de millimètre, quatorze raies dans la région transformée en houille et dix seulement dans celle qui est carbonatée; le rapport des largeurs correspondantes des trachéides est 1 à 2.

» L'analyse chimique d'une houille provenant *uniquement* de bois de *Cordaïte*, d'*Arthropitus*, dans lequel il n'y a aucun organe sécréteur, de *Sigillaires*, celle au contraire qui a été produite par la partie subéreuse des écorces de *Syringodendron*, *Lepidodendron*, etc., ou bien encore de celle qui résulte de l'agglomération de racines serrées les unes contre les autres de *Psaronius*, ne peut manquer d'offrir un grand intérêt, si elle montre que la composition de la houille est liée à celle des éléments d'où elle dérive.

» De ce qui précède il résulte :

» 1° Que, dans beaucoup de cas, la houille ne peut provenir que de la transformation sur place des éléments qui constituent les végétaux et dont elle a conservé la figure;

» 2° Que le bois, aussi bien que l'écorce, a contribué à la formation de la houille;

» 3° Qu'en se convertissant en houille, les éléments organiques, cellules, trachéides, ont diminué de grandeur sur toutes leurs dimensions dans un rapport que l'on peut déterminer et dépendant de la densité primitive de la matière organique constituante.

» Dans une Note ultérieure, j'indiquerai, avec plus de détails, les principales espèces de plantes houillères dont j'ai rencontré l'organisation conservée. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur le* Phylloglossum Drummondii (*Keuze*). Note de M. C.-Eg. Bertrand, présentée par M. P. Duchartre.

« Le pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii* consiste en une colonne cylindrique, terminée à sa partie supérieure par un épi et qui s'insère inférieurement sur le corps de la plante entre ses frondes inférieures d'une part et l'organe que je désignerai sous le nom d'*organe de Mettenius* (¹). Le pédoncule, au-dessous de l'épi, est dépourvu d'appendices (²). Les écailles de l'épi sont verticillées par trois. Les verticilles successifs d'écailles sporangifères n'alternent pas rigoureusement entre eux; cette irrégularité d'alternance est plus grande entre le second et le troisième verticille qu'entre le premier et le second, ou entre le troisième et quatrième. Très fréquemment, par suite de déviations semblables à celles que l'on voit chez les Lycopodes, l'ensemble des écailles de l'épi affecte une sorte de disposition hélicoïdale dont l'angle de divergence est $\frac{2}{11}$. Cet angle indique qu'il y a eu des perturbations dans la disposition régulière des pièces de l'épi : l'étude de la structure de tels épis montre qu'ils diffèrent des épis types par la coalescence prolongée de certaines de leurs parties et par l'atrophie partielle et tout accidentelle de certaines autres.

» La première écaille du premier verticille inférieur de l'épi est placée tout contre la génératrice passant par l'organe de Mettenius.

» Le pédoncule fructifère du *Phylloglossum* provient directement du développement du point de végétation du tubercule ancien. Ce point de végétation s'éteint au sommet de l'épi. Ce fait donne au pédoncule de l'épi et surtout à l'épi l'allure générale des organes dont le point de végétation s'épuise en s'allongeant.

» Une section transversale d'ensemble du pédoncule fructifère, pratiquée à deux millimètres de son insertion, montre : 1° un massif libéro-ligneux primaire, central, hexacentre; 2° autour du faisceau une masse de tissu fondamental primaire; 3° une assise superficielle de cellules épidermiques lisses. — Le massif libéro-ligneux présente six groupes d'éléments ligneux

---

(¹) J'ai cru devoir rappeler, à propos de cet organe, qui a été regardé comme une fronde atrophiée, le nom du célèbre botaniste *Mettenius,* qui a donné du *Phylloglossium* une étude si remarquable et si complète.

(²) Sauf dans les épis très irrégulièrement développés.

distincts les uns des autres [1]. Les trachées initiales de chaque groupe, celles qui marquent son centre de développement, sont au centre de ce groupe. Ces trachées initiales sont extrêmement grêles; ce sont des trachées à une spiricule ou des vaisseaux annelés. Le diamètre des éléments ligneux entourants est beaucoup plus grand. Ceux-ci sont encore des trachées. Il n'y a pas de vaisseaux scalariformes caractérisés. Les six groupes ligneux sont régulièrement répartis autour du centre de figure de l'organe; l'un d'eux correspond à l'organe de Mettenius: c'est ce groupe ligneux qui fournira le premier faisceau sortant des écailles fructifères. Le centre du massif libéro-ligneux est occupé par des fibres primitives. Les cellules grillagées sont placées près des éléments ligneux; elles sont plus nombreuses vers l'extérieur. L'ensemble du liber forme donc une sorte d'anneau mince autour du bois. Le liber est très difficile à délimiter extérieurement, parce qu'il n'y a pas de gaine protectrice. Le tissu fondamental primaire consiste là, comme dans tout le reste de la plante, en grandes cellules à parois un peu collenchymateuses qui présentent sur leur face de contact de grandes ponctuations réticulées d'un dessin très compliqué. Ces cellules laissent entre elles de nombreux méats. Celles qui sont voisines de l'épiderme dans la partie épigée de la plante contiennent de la chlorophylle. Les cellules épidermiques ne présentent pas les cadres d'épaississements si caractéristiques du pédicelle du jeune tubercule, bien que l'épiderme de ce pédicelle et celui de la hampe de l'épi fructifère soient directement en continuation.

» Si l'on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble, de la coupe initiale au sommet de l'épi, on reconnaît : 1° que la structure de la hampe se conserve invariable jusqu'à un certain niveau; 2° qu'au delà de ce niveau, chaque groupe ligneux se déforme et plus haut se divise pour émettre successivement et alternativement sur sa droite et sur sa gauche des cordons ligneux sortants; 3° que chaque cordon ligneux sortant a la structure du massif ligneux d'un *faisceau indéterminé*, c'est-à-dire que ses trachées les plus fines, les premières différenciées, sont centrales; 4° que chaque cordon ligneux sortant est revêtu d'une mince couche superficielle d'éléments libériens et fait, par suite, partie d'un faisceau indéterminé; 5° que chacun de ces faisceaux indéterminés sortants se

---

[1] Dans les pédoncules d'épis irréguliers deux groupes ligneux voisins peuvent se toucher par leurs éléments extérieurs; de même, mais plus rarement, un groupe ligneux peut être remplacé par deux groupes distincts dont un est alors plus proche du centre.

rend dans une écaille sporangifère en s'écartant de l'axe de l'épi, puis en cheminant horizontalement et enfin en se redressant brusquement après avoir fait un crochet prononcé vers le bas au niveau de l'éperon de l'écaille dans laquelle il pénètre; 6° que la portion restante de chaque groupe ligneux qui se partage est de plus en plus proche de l'axe de figure de l'épi; 7° que cette portion restante est toujours plus grêle que la portion sortante qui s'en est détachée; 8° que, par suite, à ce niveau on voit autour d'une masse libéro-ligneuse centrale, dont les groupes ligneux sont divisés et presque épuisés, un certain nombre de faisceaux sortants indéterminés; 9° que, d'après l'ordre de succession des faisceaux sortants, les groupes ligneux opposés *sont conjugués deux à deux comme les centres d'un même faisceau de stipe de Lycopode*. En effet, en désignant par Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3 trois groupes ligneux distants l'un de l'autre de 120°, c'est-à-dire alternant avec les trois autres groupes, le centre Δ'_1 correspondant à l'organe de Mettenius; en désignant par Δ''_1, Δ''_2, Δ''_3 les trois groupes ligneux diamétralement opposés à ceux nommés Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3, on voit *dans les épis bien réguliers* que si Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3 émettent sur leur gauche les trois cordons ligneux sortant du premier verticille d'écailles sporangifères, Δ''_1, Δ''_2, Δ''_3 émettront de même sur leur gauche les trois cordons sortants du verticille suivant. Les trois cordons du troisième verticille seront en rapport avec la droite des masses Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3 et plus rapprochés du centre que les cordons sortant du premier verticille. Enfin, les trois cordons du quatrième verticille sont en rapport avec la droite des masses Δ''_1, Δ''_2, Δ''_3. Puis les mêmes dispositions se répètent dans le même ordre jusqu'à épuisement complet. Plus on s'élève, plus les irrégularités que comporte ce mode de distribution des faisceaux s'accentuent.

» Inférieurement le massif libéro-ligneux du pédoncule fructifère s'insère sur le diaphragme aquifère qui reçoit à la fois les faisceaux des frondes inférieures et le faisceau de l'organe de Mettenius.

» De cette description on peut conclure : 1° que le pédoncule fructifère du *Phylloglossum* est un axe, puisqu'il présente plusieurs lignes de symétrie passant par un même point; 2° que la masse libéro-ligneuse de ce pédoncule représente trois faisceaux bicentres ayant même axe de figure et inclinés l'un sur l'autre de 120°, puisque les masses ligneuses diamétralement opposées sont conjuguées entre elles comme les masses ligneuses d'un faisceau bicentre de Lycopode, de Sélaginelle ou de *Tmesipteris;* 3° que, par suite, le pédoncule est un stipe; 4° que ce stipe diffère des hampes fructifères de Lycopode uniquement par la présence de trois faisceaux au lieu

de deux; que l'organisation qui se rapproche le plus de celle du *pédoncule* fructifère du *Phylloglossum* est jusqu'ici celle du *Lepidodendron Jutieri.* »

M. **J. Chamard** adresse une Note intitulée « Considérations générales sur les sections coniques ».

M. **de Fournoux** adresse quelques observations complémentaires, au sujet de ses recherches sur la loi de Mariotte.

MM. **A. Andrieu** et **R. Bravais** adressent une Note relative à une « Médication antimicrobique », par le sulfure de magnésium.

M. **Boutin** adresse une Note relative à un insecte qui attaque la partie souterraine de la tige de la pomme de terre.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 aout 1883.

Observations sur la position stratigraphique des couches à Terebratula janitor, Am. transitorius, *etc. d'après des travaux récents; par* M. Hébert. Lagny, Imp. Aureau, 1883; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Quatrième Congrès international d'hygiène et de démographie à Genève (*du* 4 *au* 9 *septembre* 1882). *Comptes rendus et Mémoires,* publiés par M. le Dr P.-L. Dunant; t. I. Genève, H. Georg, 1883; in-8°.

Statique des civilisations; par P. Mongeolle. Paris, E. Leroux, 1883; in-8°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XIV, année 1882. Upsal, Berling, 1882-83; in-4°.

Société industrielle du nord de la France. Séance solennelle du 21 *janvier* 1883. *Conférence sur les comètes; par* M. C. Wolf. Lille, imp. Danel, 1883; br. in-8°.

Memorie di Matematica e di fisica della Societa italiana delle Scienze; serie terza, t. IV-V. Napoli, 1882; 2 vol. in-4°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti; serie II, vol XIV. Napoli-Milano, U. Hoepli, 1881; in-8°.

Memorie del reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze matematiche e naturali, vol. XIV, fasc. III. Napoli-Milano, U. Hoepli, 1881; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 AOUT 1883.

Ministère de l'Instruction publique. — Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Paris, Gauthier-Villars, 1883; 4 vol. in-4°.

Manuel systématique d'analyse chimique volumétrique; par FRANCIS SUTTON, traduit par le Dr C. MÉHU. Paris, G. Masson, 1883; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Würtz.)

Bulletin de la Société centrale d'Agriculture du département de l'Hérault; janvier, février et mars 1883. Montpellier, Grollier et fils, 1883; 1 vol. in-4°.

Eléments de Physique médicale; par MM. C.-M. GARIEL et DESPLATS, fasc. 3. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Rapport du Président de l'Association syndicale des Pyrénées-Orientales pour la destruction du Phylloxera. Perpignan, imp. de l'*Indépendant,* 1883.

La crise agricole. — Rapport présenté au nom de la Société des agriculteurs du Nord, par M. GUSTAVE DUBAR, *secrétaire général, à MM. les sénateurs et députés, etc.* — Lille, Verly, Dubar et Cie, 1883.

Compte rendu sommaire des séances du premier Congrès des médecins grecs, tenu à Athènes au mois d'avril 1882, publié par le Dr C. STEKOULIS. Constantinople, Castro, 1883.

Igiene pubblica. — Nuovo trattamento dei cadaveri per distruggere i germi infettivi che possono contenere. Memoria del prof. CARLO DESPERAIS.

Transmission of motion. A description of Samper's patent Pulley-Gripper system London, 1883.

A list of the fellows and honorary, foreign and corresponding Members and Medallists of the zoological Society of London. Corrected to may 1st 1883. London, printed by William Clowes and sons; br. in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. XI, Part 8. London, printed for the Society; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 AOUT 1883.

Annales de la Société d'Agriculture du département de la Loire, 2e série, t. II, année 1882. Saint-Étienne, Théolier et Cie; br. in-8°.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XXX. Paris, F. Savy; br. in-8°.

Studio comparativo sul teschio del porco delle Mariere, del socio prof. PELLEGRINO STROBEL; br. in-8°.

Iconografia comparata delle ossa fossili del gabinetto di Storia naturale dell' Università di Parma, per cura di PELLEGRINO STROBEL; fascicolo I. Parma, 1881, Libreria editrice Luigi Battei; gr. in-f°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI, t. XV; settembre 1882. Roma, tipografia delle Scienze matematiche e fisiche; br. in-4°.

Sulla curva hessiana. Memoria del Dr P. DEL POZZO. Napoli, 1883. Tipografia della reale Accademia delle Scienze; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 août 1883.)

Page 478, avant-dernière ligne, *après* l'identité de la force directrice, *ajoutez* moyenne.

Page 492, ligne 6 en remontant, *au lieu de* carburates, *lisez* carbures.